

黄耆の生育年数、収穫時期と成分の関係 (司馬真央<sup>a</sup>, 寺林 進<sup>a</sup>, 岡田 稔<sup>a</sup>, 白 効令<sup>b</sup>, 葛 孝炎<sup>b</sup>)

Mao SHIBA<sup>a</sup>, Susumu TERABAYASHI<sup>a</sup>, Minoru OKADA<sup>a</sup>, Xiao-Ling BAI<sup>b</sup> and Xiao-Yan GE<sup>b</sup>:  
The Influence of Plant Age and Harvest Season to Chemical Components in  
*Astragalus mongholicus* Roots (Leguminosae)

黄耆は『神農本草経』上品に収載され(森編 1981), 補精, 強壯, 止汗, 利尿の要薬として補中益気湯, 十全大補湯, 人参養栄湯, 黄耆建中湯, 防己黄耆湯など多数の処方に配合されている。『第十四改正日本薬局方』や『中華人民共和国薬典』においては黄耆の原植物として, マメ科の *Astragalus mongholicus* Bunge (= *Astragalus membranaceus* var. *mongholicus* Hsiao) と *Astragalus membranaceus* Bunge を規定している(日本薬局方解説書編集委員会編 2001, 国家薬典委員会編 2000)。黄耆の主成分としては多種のサポニン類, フラボノイド類が知られ, サポニン類には抗炎症作用, 血圧降下作用(張ら 1984), フラボノイド類には抗酸化作用が報告されている(白瀧ら 1991)。黄耆の主産地は内蒙古, 山西省, 陝西省, 河北省, 中国東北地区で, 野生品と栽培品がある(中国医学科学院薬物研究所等編 1982, 佐竹編 1989)。韓国や日本でも栽培品の生産がある。黄耆の栽培研究の一環として, 施肥条件, 耕起条件, 生育年数と成分の関係を研究した報告があるが(姉帯ら 1994, 1995, 柴田ら 1996, Miwa et al. 1998, 1999), 収穫時期と成分の関係を明らかにした研究はまだない。また, 生育年数についても3年生以降の成分変動に関する情報もほとんどない。黄耆の成分変動の実態と要因を解明する目的で, 生育年数及び収穫時期と成分との関係について, 山西省の黄耆生産地での栽培品を用い, 黄耆の主成分であり同時に薬効成分であるサポニン類のアストラガロサイド4成分とフラボノイド8成分を指標に予備的に調査したので, その結果を報告する。

## 1. 実験材料

本研究には, 黄耆の地道産地である山西省で栽培された *Astragalus mongholicus* Bunge (ナイモウオウギ) を用いた。

### (1) 生育年数別材料

山西省渾源县, 応県, 繁峙県, 代県各産地の1, 2, 3, 4, 5, 6, 7年生を使用した(収穫年月: 1991年10月)。

### (2) 採集時期別材料

山西省渾源县官児郷, 4年生(収穫年月: 1991年4, 5, 6, 7, 8, 10, 11月)。6年生(収穫年月: 1991年5, 6, 7, 8, 10, 11月)。

生育年数別比較では産地ごとに1~4年生までは10~20本を, 5年~7年は3~5本を1検体とした。採集時期別では4年, 6年生とも10本を1検体とした。定量値は3回反復の平均を1データとした。

なお, 本研究に用いたサンプルの証拠標本は当研究所の標本庫に保管してある。

## 2. 定量成分

定量に用いた成分は以下の12化合物である(Figs. 1, 2)。

astragaloside I (1), astragaloside II (2), astragaloside III (3), astragaloside IV (4), 7,3'-dihydroxy-4'-methoxyisoflavone 7-O-β-D-glucoside (5) formononetin 7-O-β-D-glucoside (6), (6aR, 11aR)-3-hydroxy-9, 10-dimethoxypterocarpan 3-O-β-D-glucoside (7), 7,2'-dihydroxy-3',4'-dimethoxyisoflavan 7-O-β-D-glucoside (8) 7,3'-dihydroxy-4'-methoxyisoflavone (9), formononetin (10), (6aR, 11aR)-3-hydroxy-9,10-dimethoxypterocarpan (11), 7,2'-dihydroxy-3',4'-dimethoxyisoflavan (12)

1~4のアストラガロサイド4成分は生薬から単離されたものである。5~12のフラボノイド8成分は市販品を用いた。

## 3. 試料の調整

### (1) アストラガロサイド

粉末試料0.5 gに1 mol/L 塩酸-エタノール/水混液(3:1) 30 mLを加え60 min間超音波抽出した。3000 rpm, 10 min 遠心後,

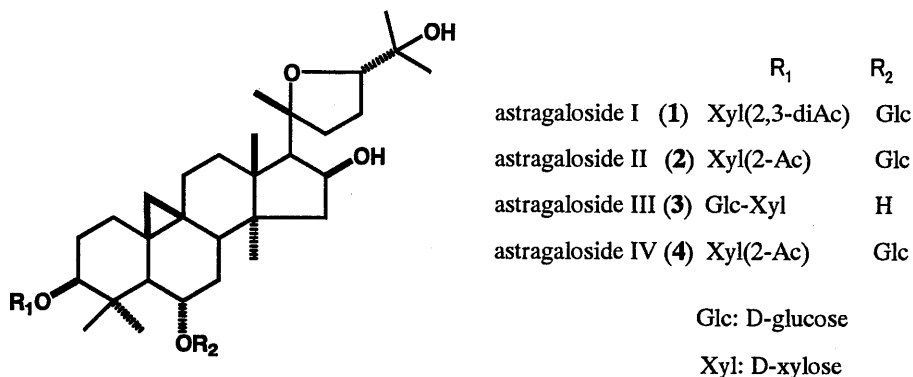


Fig. 1. The four astragaloside compounds determined in this study.

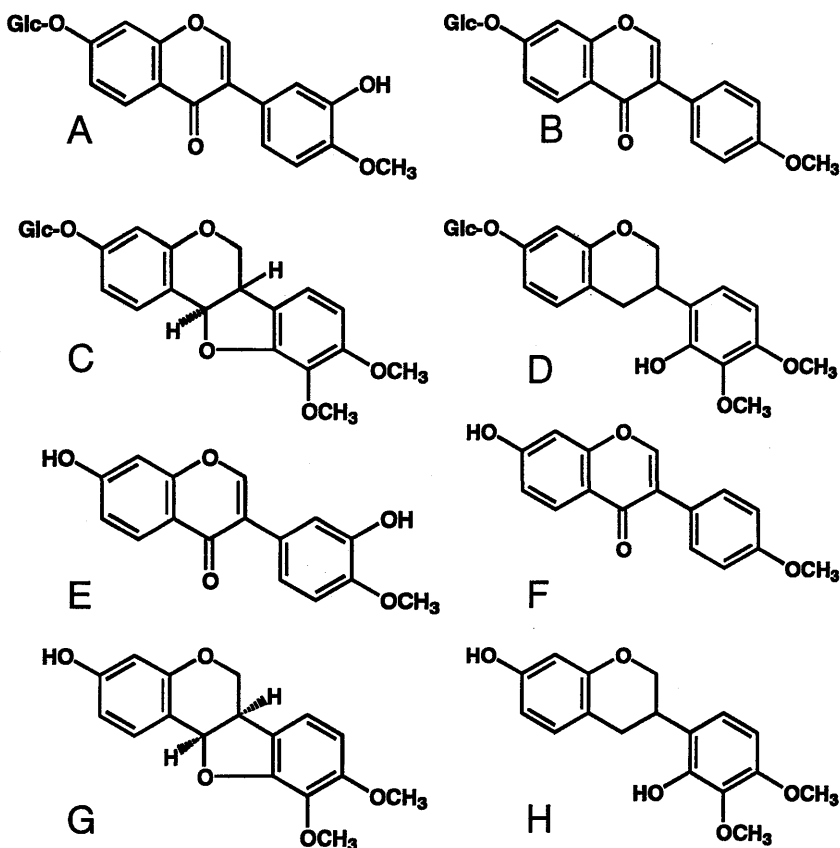


Fig. 2. The eight flavonoid compounds determined in this study. A: 7,3'-dihydroxy-4'-methoxyisoflavone 7-O- $\beta$ -D-glucoside (5). B: formononetin 7-O- $\beta$ -D-glucoside (6). C: (6aR, 11aR)-3-hydroxy-9,10-dimethoxypterocarpan 3-O- $\beta$ -D-glucoside (7). D: 7,2'-dihydroxy-3',4'-dimethoxyisoflavan 7-O- $\beta$ -D-glucoside (8). E: 7,3'-dihydroxy-4'-methoxyisoflavone (9). F: formononetin (10). G: (6aR, 11aR)-3-hydroxy-9,10-dimethoxypterocarpan (11). H: 7,2'-dihydroxy-3',4'-dimethoxyisoflavan (12).

上清を取る。さらに残渣に同抽出溶媒 20 mL を加え 30 min 間抽出、遠心し、上清を取り、先の抽出液と合わせ、1 mol/L 塩酸-エタノール/水混液 (3:1) を加えて正確に 50 mL とした。この液の一部を 0.45  $\mu$ m のメンブランフィルターを通過させ、HPLC 用試料とした。

#### (2) フラボノイド

粉末試料 2.0 g にメタノール/水混液 (4:1) 30 mL を加え 60 min 間超音波抽出した。遠心分離後 (3000 rpm, 5 min), 上清を取り、さらに同抽出溶媒 20 mL を加え 60 min 間抽出遠心分離後、上清を取り、先の抽出液と合わせ、メタノール/水混液 (4:1) を加えて正確に 50 mL とし、その一部を 0.45  $\mu$ m のメンブランフィルターを通過させ、HPLC 用の試料とした。

### 4. 装置

アストラガロサイド

- ・ LC-9A (SHIMADZU)
  - ・ 検出器: Shodex RI SB-61
- フラボノイド
- ・ LC-4A (SHIMADZU)

### 5. HPLC 条件

アストラガロサイド

- ・ カラム: TSK gel ODS-120T ( $\phi$  4.6 mm  $\times$  250 mm)
- ・ 移動相: CH<sub>3</sub>CN: 10 mM phosphoric acid: SDS (350 mL : 650 mL : 1.0 g)
- ・ カラム温度: 25  $^{\circ}$ C
- ・ 流速: 0.8 mL/min
- ・ 注入量: 20  $\mu$ L

フラボノイド

- ・ カラム: TSK gel ODS-120Ts ( $\phi$  4.6 mm  $\times$  250 mm)
- ・ 波長: 220 nm
- ・ 移動相: CH<sub>3</sub>CN: 20 mM phosphoric acid (15 : 85  $\rightarrow$  90 : 10)
- ・ 波長: 210 nm
- ・ 温度: 40  $^{\circ}$ C
- ・ 流速: 1.0 mL/min
- ・ 注入量: 15  $\mu$ L

### 6. 結果および考察

#### (1) 生育年数別成分変動

アストラガロサイド (Fig. 3)

総アストラガロサイド含量は 1 年目が低く、2 年目以降で安定してくる。各成分で見ると、**1**、**4** は 1 年目が低いが、**2**、**3** は 1 年目から 7 年目までほぼ一定で変化がない。

Miwa et al. (1998) は栽培品 *A. mongolicus* の 1 年生と 2 年生では総アストラガロサイド含量は畠の耕し方の違いにより若干の差異はあるものの、近い値を示すと報告している。しかしながら、我々の調査では 1 年生は明らかに 2 年生以降のものより低い値を示した。山西省の生産地では一般に 4 年生以上のものを市場に出すが、成分的なことだけから言えば、2 年目以降で問題ないことが示唆される。アストラガロサイド含量に関し 4 産地間での明確な差異はなかった。成分組成比に関しても 4 産地間で大きな変動は認められなかった。

人参 (*Panax ginseng*) のサポニン (ginsenoside) では 4 年生まで増加し 5 年生で減少し 6 年生で再度上昇し、黄耆と違ったパターンを示している (山口ら 1988)。

フラボノイド (Fig. 3)

総フラボノイド含量については 1, 2 年目が低く 3 ~ 6 年目でやや上がり、7 年目で大きく増加している。この動きは、**5** ~ **9** の成分とほぼ連動している。**12** の成分は年次変化が少なく、**11** の成分は応県の 5 年生だけに検出された。また、**10** の成分は後ほど述べるとおり、夏収穫品にのみ検出され本試験の秋収穫では検出されない。

Miwa et al. (1998) は、栽培品 *A. mongholicus* は 1 年生より 2 年生のほうが総フラボノイド含量が高くなると報告している。しかしながら、我々の調査では 1 年生と 2 年生の総フラボノイド含量はほぼ同じであった。山西省の生産地では一般に 4 年生以上のものを市場に出すが、成分的なことだけから言えば、3 年目以降で問題ないことが示唆される。

フラボノイドもアストラガロサイドの場合と同様、4 産地間での差異は明確でないが、渾源县では **12** の成分の含量比が高い傾向を示すなど成分組成比に関して産地間で若干の変動が認められた。

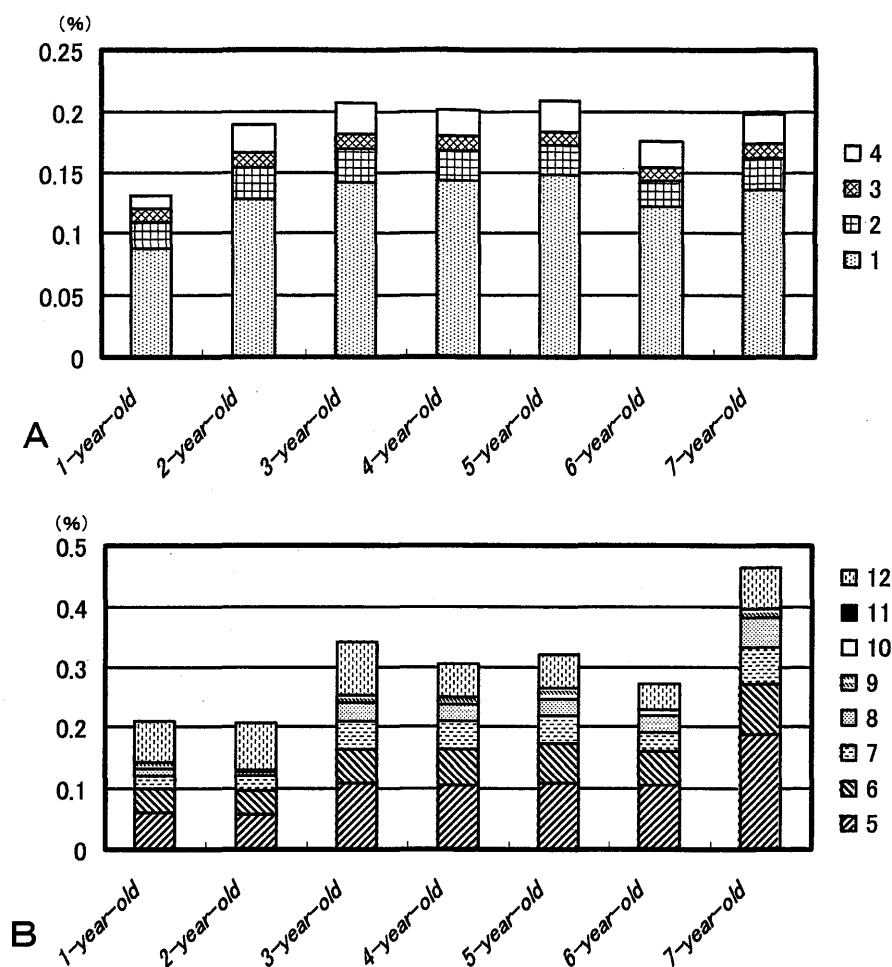


Fig. 3. Astragaloside and flavonoid contents (% dry mass of root stock) in 1-year-old–7-year-old roots of *Astragalus mongholicus* cultivated in Shanxi Prov., China. A: astragaloside. B: flavonoid. 1: astragaloside I, 2: astragaloside II, 3: astragaloside III, 4: astragaloside IV. 5: 7,3'-dihydroxy-4'-methoxyisoflavone 7-O- $\beta$ -D-glucoside. 6: formononetin 7-O- $\beta$ -D-glucoside. 7: (6aR, 11aR)-3-hydroxy-9,10-dimethoxypterocarpan 3-O- $\beta$ -D-glucoside. 8: 7,2'-dihydroxy-3',4'-dimethoxyisoflavan 7-O- $\beta$ -D-glucoside. 9: 7,3'-dihydroxy-4'-methoxyisoflavan. 10: formononetin. 11: (6aR, 11aR)-3-hydroxy-9,10-dimethoxypterocarpan. 12: 7,2'-dihydroxy-3',4'-dimethoxyisoflavan.

## (2) 収穫時期別成分変動

### アストラガロサイド (Fig. 4)

総アストラガロサイド含量は4年生、6年生とも春から夏にかけて徐々に増加し、7月が最大になる。これは、総アストラガロサイドに占める率が高い1が7月に減少するものの、4の含量が7月に著しく増大することによる。8月には、4は極端に減少し、総ア

ストラガロサイド含量も減少する。10～11月には、1がやや増加するので、総アストラガロサイド含量もそれと平行して増加する。4年生、6年生とも10～11月で成分の変動が小さくなる。アストラガロサイドの場合、4年生と6年生で成分組成にほとんど違いがない。

人参 (*Panax ginseng*) のサポニン (ginseno-

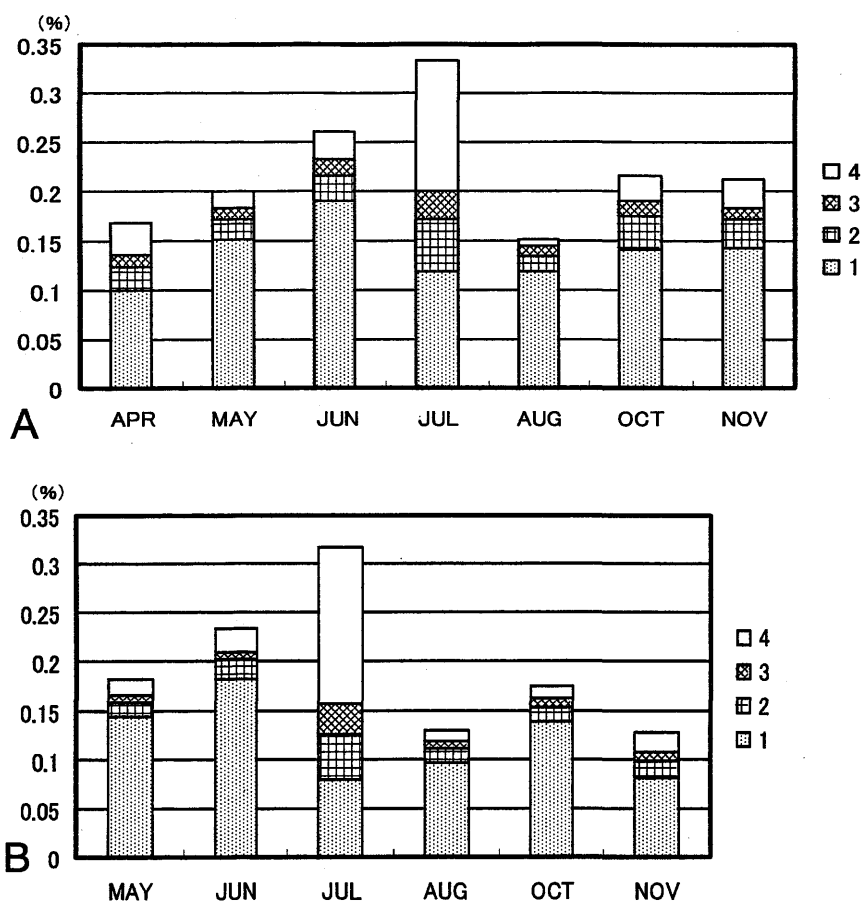


Fig. 4. Seasonal variation of astragaloside contents (% dry mass of root stock) in 4-year-old and 6-year-old roots of *Astragalus mongholicus* cultivated in Hunyuan-xian (中国山西省浑源县), Shanxi Prov., China. A: 4-year-old roots. B: 6-year-old roots. 1: astragaloside I. 2: astragaloside II. 3: astragaloside III. 4: astragaloside IV.

side) では5月から6月に最も高く (Kim et al. 1981), 甘草 (*Glycyrrhiza glabra*) のサポニン (glycyrrhizin) では10月～11月に最も高くなり (Hayashi et al. 1998), 黄耆の場合と違ったパターンを示している。また柴胡の saikosaponin の場合, *Bupleurum marginatum* では11月に最も高く, *B. falcatum* では7月に最も高くなり種による違いを示している (田中ら 1988)。

#### フラボノイド (Fig. 5)

総フラボノイド含量は, 4年生, 6年生とも7月が最大になる。これは, 7月には他の

成分の変動は大きくないが, 12の含量が著しく増大することによる。8月以降12はまた減少し, 総フラボノイド含量も減少する。但し, 4年生では10～11月には8月より総フラボノイド含量がやや増加するが, 6年生では大幅に減少する。4年生, 6年生とも10～11月で成分の変動が小さくなる。10と11の成分は, 4年生, 6年生とも7月のみに検出される。

フラボノイドの場合, 4年生と6年生で成分組成に違いがでた。5月は, 4年生では9, 10, 11がないが, 6年生では10, 11がない。また, 6月は, 4年生では9, 10, 11がないが, 6年生では10がないだけ。10月, 11月と

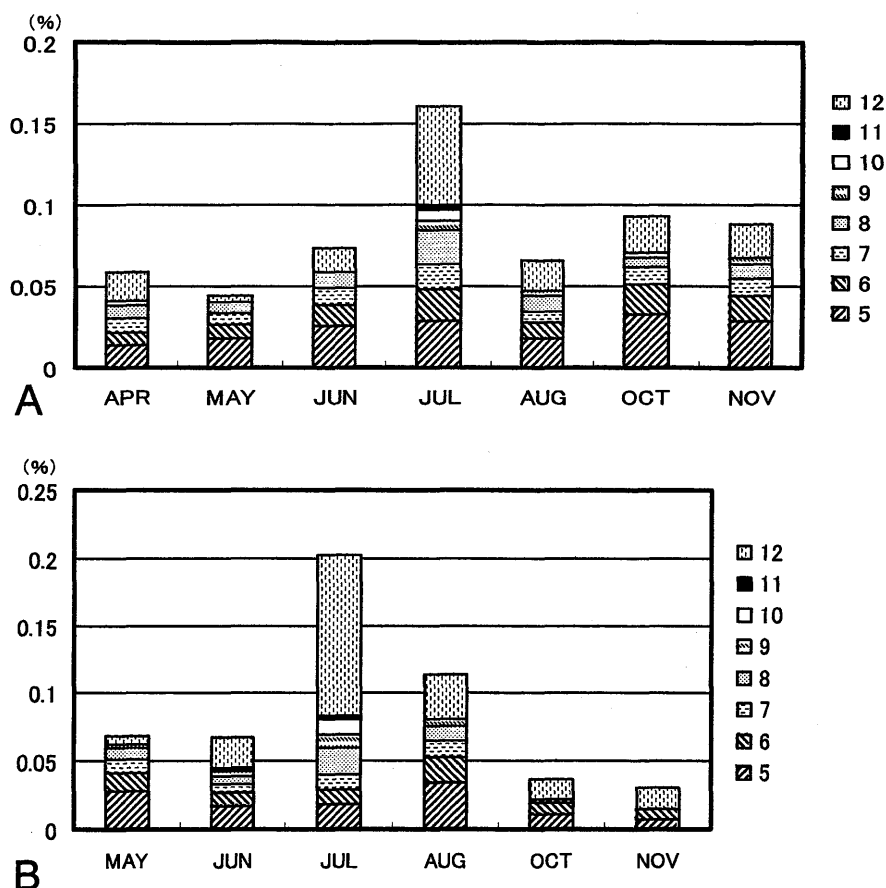


Fig. 5. Seasonal variation of flavonoid contents (% dry mass of root stock) in 4-year-old and 6-year-old roots of *Astragalus mongholicus*, cultivated in Hunyuan-xian (山西省 渾源县), Shanxi Prov., China. A: 4-year-old roots. B: 6-year-old roots. 5: 7,3'-dihydroxy-4'-methoxyisoflavone 7-O- $\beta$ -D-glucoside. 6: formononetin 7-O- $\beta$ -D-glucoside. 7: (6aR, 11aR)-3-hydroxy-9,10-dimethoxypterocarpan 3-O- $\beta$ -D-glucoside. 8: 7,2'-dihydroxy-3',4'-dimethoxyisoflavan 7-O- $\beta$ -D-glucoside. 9: 7,3'-dihydroxy-4'-methoxyisoflavon. 10: formononetin. 11: (6aR, 11aR)-3-hydroxy-9,10-dimethoxypterocarpan. 12: 7,2'-dihydroxy-3',4'-dimethoxyisoflavan.

も4年生では10, 11がないだけだが, 6年生では10月に7, 8, 10, 11がなく, 11月では7~11がない。但し, 6年生の成分組成に関しては産地間でばらつきがあり, 10月収穫品で比較した場合4年生と同じ6成分が見られるものから2成分しか出ないものまでである。

甘草 (*Glycyrrhiza glabra*) のフラボノイド (isoliquiritigenin glycoside) では10月~11月に最も高くなり (Hayashi et al. 1998), 黄耆の場合と違ったパターンを示している。黄芩

(*Scutellaria baicalensis*) のフラボノイド (baicalein, wogonin, oroxylin A) では, 黄耆のイソフラボノイドと同様に7月に最も含量が高くなる (宮森ら 1986)。

## 7. 結 論

・アストラガロサイド, フラボノイドとも生育年数で変動することが判明した。アストラガロサイドでは生育1年生で含量が低く2年以降含量が安定し, フラボノイドでは

生育1, 2年生で含量が低く3年以降で安定してくるが7年生ではさらに含量が上がる。

- ・アストラガロサイド, フラボノイドとも, 収穫時期により含量が異なることが判明した。両成分とも夏場に含量が上昇する。このことは, 収穫時期で黄耆の成分的品質が異なることを示している。
- ・今回は黄耆の主産地の栽培品を用いた予備的な検討結果である。今後遺伝的に均一な材料での詳細な実験が必要である。あわせて, 日局黄耆のもう一つの基原種である *A. membranaceus* についても同様の検討が必要である。

In order to better understand the influence of age and harvest season on chemical components of *Astragalus* roots, 4 components of astragaloside, and 8 of flavonoid components were determined using HPLC for *Astragalus mongholicus*. The plants were cultivated in 4 sites in Shanxi Prov., China. The contents of astragaloside in 1-year-old roots were lower than the roots older than 1 year, and the contents of flavonoid in roots up to two years old were lower than in roots older than 2 years. The contents of both astragaloside and flavonoid were the highest in July.

#### 引用文献

- 姉帯正樹, 桂 英二, 加藤芳伸, 山岸 喬. 1994. 黄耆の化学的品質評価. *Natural Medicines* **48**: 244-252.
- , ——, 南山 豊, 三浦豊雄, 金島弘恭, 山岸 喬. 1995. キバナオウギの施肥条件が生育, 収量および黄耆の配糖体含量に及ぼす影響. *Natural Medicines* **49**: 284-287.
- 中国医学科学院薬物研究所等編. 1982. 中薬志第二冊. pp. 187-194, 人民衛生出版社, 北京.
- 張 銀, 王 幼林, 沈 建平, 李 德興. 1984. 黄耆サポニン I の抗炎症と血圧降下作用. *薬学学報* **19**: 333-337.
- Kim S. K., Sakamoto I., Morimoto K., Sakata M., Yamasaki K. and Tanaka O. 1981. Seasonal variation of saponins, sucrose and monosaccharides in cultivated Ginseng root. *Planta Medica* **42**: 181-186.
- 国家薬典委員会編. 2000. “中華人民共和国薬典 2000年版 1部”, p. 249. 化学工業出版社, 北京.
- Hayashi H., Hiraoka N., Ikeshiro Y., Yamamoto H. and Yoshikawa T. 1998. Seasonal variation of glycyrrhizin and isoliquiritigenin glycosides in the root of *Glycyrrhiza glabra* L. *Biol. Pharm. Bull.* **21**: 987-989.
- Miwa M., Sakai E. W., Minami M., Nishi K., Anetai M., Aoyagi M., Hatakeyama Y. and Shibata T. 1998. Effect of Plowing Conditions in the Field on Root Growth and Glycosides Contents in Taproots of 1-and 2-year-old Plants of *Astragalus mongholicus* Bunge (Leguminosae). *Natural Medicines* **52**: 477-484.
- , ——, ——, Anetai M., Aoyagi M. and Shibata T. 1999. Root Growth of *Astragalus mongholicus* and *A. membranaceus* as Affected by Soil Compaction. *Natural Medicines* **53**: 302-307.
- 宮森 毅, 宮一諭起範, 神 久徳, 豊福信吾, 山本 勝. 1986. *Scutellaria* 属植物の成分研究 (第7報), コガネバナの根の生長とフラボノイド含量の季節変化 *生薬学雑誌* **40**: 381-389.
- 森 立之 (編). 1981. 『神農本草経』近世漢方医学書集成53巻, p. 65. 名著出版, 東京.
- 日本薬局方解説書編集委員会. 2001. “第十四改正日本薬局方, 条文と注釈”. p. 2437. 廣川書店, 東京.
- 佐竹元吉 (編). 1989. 「薬用植物・生薬の品質確保及び利用」に関する日中両国共同研究事業の報告書 pp. 107-140. アボック社, 東京.
- 柴田敏郎, 酒井英二, 西 孝三, 青柳光敏, 姉帯正樹. 1996. キバナオウギの生育および配糖体含量におよぼす栽培圃場の耕起条件の影響. *Natural Medicines* **50**: 349-353.
- 白瀧義明, 高尾正樹, 横江一郎, 戸田静雄, 大西基代. 1991. 黄耆の抗酸化成分に関する研究 (第1報). *日本薬学会第111年会要旨集*. (2) p. 143.
- 田中俊弘, 伊藤寿美, 酒井英二, 水野瑞夫, 川村智子, 久田陽一, 奥田和代, 野呂征男, 鄭学忠, 方 鼎. 1988. 広西省産柴胡の栽培とサポニン含量について. *生薬学雑誌* **42**: 236-239.
- 山口啓之, 高田正昭, 笠井良次, 松浦広道, 田中治, 不破 亨. 1988. 栽培人参の中性及び酸性サポニンの分析. *薬学雑誌* **108**: 872-875.
- (\*) ㈱ツムラ, 生薬・資源研究所  
300-1192 茨城県稲敷郡阿見町吉原 3586,  
<sup>1</sup> 山西省医薬研究所  
中国山西省太原平陽路49号030006)